

# NGHIÊN CỨU GIÁM SÁT TỪ XA MỨC NƯỚC CỦA THỦY ĐIỆN NHỎ SỬ DỤNG TRÍ TUỆ NHÂN TẠO (AI) ĐỂ NHẬN DIỆN DỮ LIỆU

RESEARCH ON REMOTE MONITORING OF WATER LEVELS OF SMALL HYDROPOWER PLANT USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR DATA IDENTIFICATION

Trần Phương Nam<sup>1,\*</sup>

DOI: <http://doi.org/10.57001/huiv5804.2024.293>

## TÓM TẮT

Ngày nay các nguồn điện phân tán được đầu tư và phát triển ở nhiều nơi. Nguồn điện phân tán là các nguồn năng lượng vừa và nhỏ như nguồn điện mặt trời, nguồn điện gió, nguồn thủy điện nhỏ... Nguồn điện phân tán một mặt giúp bổ sung công suất vào lưới điện quốc gia mặt khác giúp cung cấp công suất tại chỗ ở những khu vực mà lưới điện quốc gia chưa thể cung cấp đến. Hiện nay đa số các nguồn điện phân tán được giám sát và điều khiển thông qua máy tính chủ và phần mềm quản lý đặt cố định tại nơi lắp đặt. Việc giám sát từ xa các nguồn điện phân tán trong đó có thủy điện nhỏ trong quản lý vận hành là điều hết sức cần thiết. Bài báo này sẽ nghiên cứu ứng dụng trí tuệ nhân tạo để nhận diện dữ liệu nhằm giám sát từ xa mức nước hồ chứa của thủy điện nhỏ. Hệ thống có khả năng giám sát từ xa thông qua hai tùy chọn trên thiết bị Smartphone và Website cho người sử dụng và trung tâm giám sát với khoảng cách giám sát là không có giới hạn.

**Từ khóa:** Nguồn điện phân tán, thủy điện nhỏ, giám sát, trí tuệ nhân tạo.

## ABSTRACT

Nowaday, distributed power sources are being invested in and developed in many places. Distributed power sources include small and medium-scale energy sources such as solar power, wind power, and small hydroelectric power. On one hand, distributed power sources supplement power to the national grid, and on the other hand, they provide on-site power in areas where the national grid cannot reach. Currently, most distributed power sources are monitored and controlled through host computers and fixed-location management software at their installation sites. The remote monitoring of distributed power sources including small hydropower plant in operational management are very important. This article will study and apply artificial intelligence for data recognition to remotely monitor water level parameters in small hydropower plant. The system has the ability to remotely monitor through two options on Smartphone devices and Website for users and monitoring centers with unlimited monitoring distance.

**Keywords:** Distributed power sources, hydropower plant, monitoring, artificial intelligence.

<sup>1</sup>Khoa Điện - Điện tử, Trường Cao đẳng Công nghiệp Huế

\*Email: [tpnam@hueic.edu.vn](mailto:tpnam@hueic.edu.vn)

Ngày nhận bài: 28/4/2024

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 07/6/2024

Ngày chấp nhận đăng: 27/9/2024

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nguồn điện phân tán là thuật ngữ dùng để diễn đạt các loại thiết bị phát và lưu trữ điện quy mô nhỏ, được nối hoặc không nối với lưới điện tập trung. Nguồn điện phân tán có thể là nhiều loại thiết bị sản xuất năng lượng tái tạo quy mô nhỏ khác nhau như tuabin nước, tấm pin mặt trời, tuabin gió, pin, khí sinh học và các loại khác [1].

Mô hình phát điện phân tán là mô hình mà năng lượng điện được sản xuất và phân phối từ một số nguồn điện phân tán, phân tán khắp các vị trí gần nguồn tiêu thụ. Thay vì phụ thuộc vào các nguồn điện truyền thống tập trung, mô hình phát điện phân tán chú trọng vào việc sử dụng các nguồn năng lượng xanh, năng lượng tái tạo và công nghệ lưu trữ để phân phối điện cho các khu vực quy mô vừa và nhỏ hoặc các hộ gia đình. Với mô hình này, các nguồn phát điện như thủy điện nhỏ, điện gió, mặt trời và cả pin lưu trữ năng lượng được triển khai gần với nơi tiêu thụ. Điều này giúp giảm thiểu vấn đề mất điện do mất truyền tải trong mạng lưới truyền thống và tăng tính ổn định của hệ thống. Dưới đây là thành phần chính của mô hình phát điện phân tán:

Nguồn sản xuất năng lượng: Được sử dụng nhiều nguồn sản xuất năng lượng phân tán khác nhau như điện mặt trời, điện gió, thủy điện nhỏ... Trong đó, thủy

điện nhỏ được lắp đặt tại các vùng núi nơi có lợi thế về các sông, hồ, thế năng.



Hình 1. Một số loại nguồn điện phân tán

**Mạng lưới:** Mô hình phát điện phân tán yêu cầu một mạng lưới linh hoạt và thông minh để kết nối các nguồn phát và người tiêu dùng. Hệ thống mạng lưới này cho phép điều khiển, quản lý và phân phối năng lượng theo nhu cầu thực tế, đồng thời tối ưu hiệu suất vận hành và đảm bảo sự ổn định của hệ thống. Tùy theo đặc điểm và điều kiện khác nhau, mô hình phát điện phân tán có thể là hệ nối hoặc không nối với lưới điện tập trung (hình 2).



Hình 2. Hệ nối lưới và không nối lưới đối với nguồn điện phân tán

Thủy điện nhỏ là một dạng nguồn điện phân tán. Thủy điện nhỏ thường có công suất lắp máy nhỏ hơn 30MW. Nó có tiềm năng khá lớn để khai thác phục vụ phát triển kinh tế - xã hội, góp phần đảm bảo an ninh năng lượng. Việc đầu tư xây dựng các nguồn thủy điện nhỏ sẽ đóng góp không nhỏ sản lượng điện đáng kể cho hệ thống điện quốc gia, khai thác được nguồn năng lượng tái tạo quý giá từ thiên nhiên. Thủy điện nhỏ cũng là nguồn điện cho phép linh hoạt trong việc mở rộng hệ thống năng lượng theo nhu cầu. Ngoài ra, thủy điện nhỏ thể hiện sự độc lập và khả năng phản ứng linh hoạt trong việc cung cấp năng lượng tại các vùng núi, xa khu vực trung tâm.

Bên cạnh những ưu điểm của thủy điện nhỏ như trên, thủy điện nhỏ cũng có những hạn chế về mặt đầu tư và trang bị:

- Thủy điện nhỏ thường đặt xa khu vực đông dân cư, mật độ phụ tải thưa thớt, chi phí đầu tư đường dây dẫn nối với hệ thống điện chiếm tỷ trọng lớn nên việc đầu tư xây dựng nguồn điện này vẫn chưa đáp ứng như kỳ vọng.

- Kinh phí đầu tư của thủy điện nhỏ còn hạn chế nên việc đầu tư các hệ thống giám sát từ xa các thông số trong đó có thông số về mức nước của thủy điện nhỏ cũng chưa tương xứng và đồng bộ. Các hệ thống và ứng dụng giám sát từ xa này thường có giá thành cao nên vượt quá năng lực của các đơn vị nhỏ. Đây cũng là vấn đề sẽ được bài báo tập trung nghiên cứu và đề xuất.

## 2. CƠ SỞ NGHIÊN CỨU

### 2.1. Thủy điện nhỏ và vấn đề cần nghiên cứu

Mỗi loại nguồn điện phân tán khác nhau như điện mặt trời, điện gió, thủy điện nhỏ thì cần giám sát một số thông số điển hình khác nhau [4]. Với thủy điện nhỏ, các thông số cần giám sát là công suất, tần số, dòng điện, điện áp, mức nước hồ [5-7]... Thủy điện nhỏ có diện tích hồ chứa nhỏ, khả năng điều tiết và cắt lũ là hạn chế nên việc giám sát thông số mức nước hồ chứa là quan trọng nhằm đảm bảo kế hoạch vận hành và khả năng phối hợp của thủy điện nhỏ. Như trình bày ở trên, với những hạn chế còn tồn tại trong đầu tư, trang bị của thủy điện nhỏ, trong bài báo này, tác giả tập trung nghiên cứu việc giám sát từ xa thông số mức nước hồ chứa của thủy điện nhỏ bằng việc sử dụng AI làm đối tượng và phạm vi nghiên cứu.

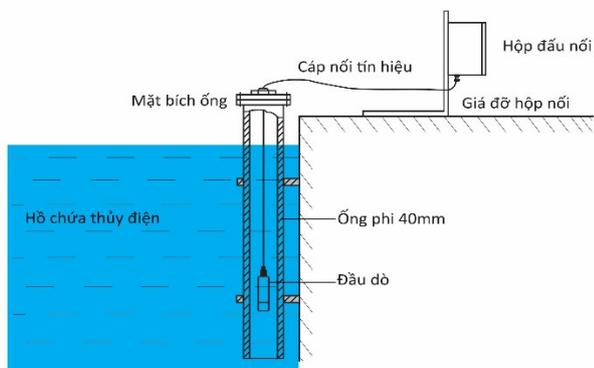
Cirrus Hydra-Sub CLT5 - SS là cảm biến mức nước tĩnh loại chìm và là một trong những thiết bị để sử dụng đo mức chất lỏng chính xác và hiệu quả [8]. Cảm biến này có những tính năng nổi bật như dễ lắp đặt, kết cấu chìm, tầm đo xa và hiệu quả trong hoạt động khiến nó trở thành một trong những thiết bị đo mức nước được sử dụng nhiều (hình 3).



Hình 3. Cảm biến mức nước CLT5 - SS

Cảm biến CLT5 - SS dễ dàng lắp đặt vào ống nhỏ đường kính 40mm và treo bằng cáp (hình 4). Bộ chuyển đổi cảm biến được đặt trong vỏ SS316 kín chất lỏng và được lắp ráp vào cáp. Với áp suất tĩnh chất lỏng bên trong hồ chứa, tín hiệu của đầu dò sẽ được biến đổi thành tín

hiệu dòng điện đầu ra 4 - 20mA (2 dây) tương ứng với mức chất lỏng một cách chính xác. Cảm biến này được áp dụng rộng rãi đối với các hồ thủy điện để đo mức nước trong hồ. Thông số đo của cảm biến sau khi quy đổi là cao trình thủy văn so với mực nước biển.



Hình 4. Lắp đặt cảm biến mức nước CLT5 - SS tại hồ thủy điện

Một số thông số kỹ thuật của cảm biến mức nước CLT5 - SS như bảng 1 [8].

Bảng 1. Thông số kỹ thuật cảm biến mức nước CLT5 - SS

Model	CLT5 - SS
Phạm vi đo	5/10m ~ tối đa 15m
Vật liệu cảm biến	SS316L
Đầu dò	Thép không rỉ, IP 68
Độ chính xác	+/-0,25% F.S.
Đầu ra	4 - 20mA, 2 dây
Điện áp nguồn	24VDC
Gắn	Cáp nối phía trên

Hiện nay, thông số mức nước của hồ chứa đã được giám sát cụ bộ tại nhà máy thông qua máy tính tại chỗ. Trong phạm vi của nghiên cứu, nội dung sẽ tập trung nghiên cứu, đề xuất là ứng dụng trí tuệ nhân tạo (AI) để nhận diện dữ liệu từ các máy tính tại chỗ này nhằm xây dựng chương trình giám sát từ xa nguồn thủy điện nhỏ để phù hợp với điều kiện và khả năng của các đơn vị nhỏ.

## 2.2. Các ứng dụng trong nghiên cứu

Ngôn ngữ lập trình Python: Python là một ngôn ngữ lập trình được sử dụng rộng rãi để xây dựng các ứng dụng website, khoa học dữ liệu, lập trình phần mềm, máy học và trí tuệ nhân tạo. Các lập trình viên thường sử dụng Python vì tính hiệu quả, dễ tiếp cận và có thể kết hợp trên nhiều nền tảng khác nhau. Phần mềm Python có thể sử dụng miễn phí, tích hợp tốt với tất cả các hệ thống khác nhau và tốc độ phát triển nhanh. Các chương trình liên quan AI thường có độ phức tạp khá cao, đòi hỏi tiến trình nhiều bước và mất nhiều thời gian triển khai. Một trong những yêu cầu hàng đầu của một dự án AI đối với ngôn

ngữ lập trình được sử dụng là tính linh hoạt, ổn định và sẵn có nguồn các thư viện và công cụ hỗ trợ. Do đó, Python với những đặc điểm nổi bật và quan trọng, hoàn toàn thích hợp trong việc xây dựng các dự án AI so với các ngôn ngữ lập trình khác [2].

OpenCV được liên kết là một thư viện mã nguồn mở của Python và được áp dụng phổ biến nhằm cung cấp công cụ và thuật toán trong lĩnh vực xử lý ảnh và thị giác máy tính. Tên gọi "OpenCV" là viết tắt của "Open Source Computer Vision Library". Trong phạm vi của nghiên cứu này, OpenCV được sử dụng để đọc ảnh từ màn hình máy tính điều khiển của thủy điện nhỏ.

Tesseract OCR là một công cụ được sử dụng để nhận dạng ký tự quang học mã nguồn mở và được phát triển bởi Google. Tesseract có khả năng chuyển đổi các hình ảnh chứa văn bản thành các văn bản có thể chỉnh sửa, định dạng được trên máy tính. Tesseract hỗ trợ nhiều ngôn ngữ và có thể nhận dạng các font chữ khác nhau. Với phạm vi của bài báo này, Tesseract OCR được sử dụng để nhận dạng, trích xuất ký tự từ ảnh từ màn hình máy tính phòng điều khiển của thủy điện nhỏ

Trình biên dịch IDLE của Python: IDLE là một môi trường phát triển tích hợp đối với ngôn ngữ Python. Tên gọi IDLE là viết tắt của "Integrated Development and Learning Environment", nó cung cấp một giao diện đồ họa người dùng để viết, thử nghiệm và thực thi mã Python. IDLE đi kèm với bất kỳ cài đặt Python chuẩn nào và được cài đặt mặc định khi bạn cài đặt Python từ trang web chính thức của Python. Trong bài báo này, IDLE của Python được sử dụng để lấy dữ liệu từ hình ảnh giao diện phần mềm giám sát mức nước của máy tính vận hành nhà máy thủy điện nhỏ.

Ngôn ngữ lập trình PHP: PHP là một ngôn ngữ lập trình thông dịch và phổ biến được sử dụng hướng đến phát triển các ứng dụng trang web động. PHP là viết tắt của "Hypertext Preprocessor". PHP được sử dụng rộng rãi trong việc phát triển các trang web và ứng dụng web do dễ sử dụng và tính linh hoạt của nó. PHP được trực tiếp tích hợp với mã HTML, nhằm tạo ra các trang web động có thể kết nối với các thành phần và cơ sở dữ liệu trên máy chủ web [3]. Trong nghiên cứu này, PHP được sử dụng để lập trình Server và Website của trung tâm giám sát nguồn điện phân tán.

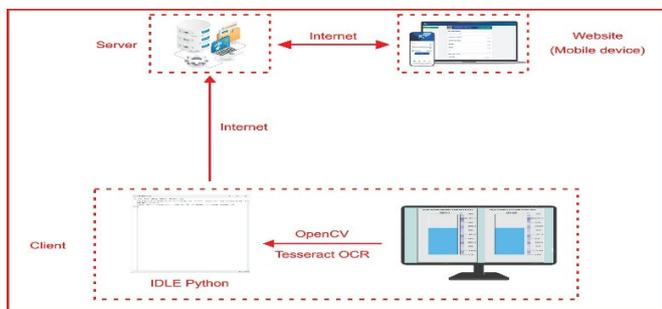
Cơ sở dữ liệu MySQL: MySQL được biết đến là một hệ quản trị cơ sở dữ liệu với mã nguồn mở. Nó là một trong những hệ quản trị cơ sở dữ liệu được sử dụng rộng rãi trên thế giới, được áp dụng nhiều cho các ứng dụng web và ứng dụng doanh nghiệp. MySQL cung cấp nhiều tính

năng quan trọng về quan hệ cơ sở dữ liệu, bao gồm các khóa ngoại (foreign keys), các giao thức transact-SQL, các chức năng về thủ tục lưu trữ, trích xuất dữ liệu và nhiều tính năng khác [3]. Với nghiên cứu của bài báo, MySQL dùng để quản trị cơ sở dữ liệu đối với Server của trung tâm giám sát của thủy điện nhỏ.

### 3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Như đã trình bày ở mục 2 về cơ sở nghiên cứu, tác giả đề xuất mô hình và cấu trúc ứng dụng AI để nhận diện dữ liệu nhằm giám sát thủy điện nhỏ như hình 5 với các đặt điểm:

- Thành phần cấu trúc của hệ thống bao gồm trung tâm giám sát đầu đầu và hệ thống đầu cuối. Trung tâm giám sát đầu đầu là Server được xây dựng với tùy chọn sử dụng trên máy tính hoặc thiết bị Smartphone, hệ thống đầu cuối là máy tính giám sát tại chỗ của thủy điện nhỏ.



Hình 5. Mô hình và cấu trúc để xuất ứng dụng AI để nhận diện dữ liệu nhằm giám sát thủy điện nhỏ

Thuật toán của cấu trúc được đề xuất trình tự như sau:

- Sử dụng OpenCV trong Python để đọc và trích xuất dữ liệu ảnh từ màn hình máy tính tại chỗ của thủy điện nhỏ, các tính năng nổi bật của OpenCV như:

- + Đọc và ghi ảnh.
- + Biến đổi màu sắc, làm mịn, làm nổi bật các đặc trưng và lọc ảnh.
- + Nhận dạng đối tượng trong ảnh.
- + Chuyển đổi màu, làm mịn hoặc phát hiện cạnh để cải thiện chất lượng hình ảnh.

Dữ liệu ảnh có thể là các đối tượng như Button, Text, Textbox, Listbox, Shape...

Dưới đây là đoạn code OpenCV để xử lý ảnh từ máy tính tại chỗ của thủy điện nhỏ:

```
processed_images = []
for img in cropped_images:
    gray_image = cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_RGB2GRAY)
    processed_images.append(gray_image)
```

- Sử dụng các thư viện nhận dạng ký tự Tesseract OCR để trích xuất dữ liệu ảnh từ màn hình máy tính tại chỗ của thủy điện nhỏ, các tính năng nổi bật của Tesseract OCR như:

- + Trích xuất ký tự, thông tin từ ảnh.
- + Chuyển đổi các hình ảnh chứa văn bản thành văn bản có thể chỉnh sửa được trên máy tính.
- + Phát hiện và nhận dạng ký tự trên các hình ảnh chứa văn bản.
- + Nhận dạng các font chữ khác nhau.

Tương tự như trên, dữ liệu ảnh có thể là các đối tượng như button, text, textbox, listbox, shape...

Dưới đây là đoạn code Tesseract OCR để trích xuất văn bản từ ảnh máy tính tại chỗ của thủy điện nhỏ:

```
extracted_text = []
for img in processed_images:
    text = pytesseract.image_to_string(img)
    extracted_text.append(text)
```

- Gửi dữ liệu đã được trích xuất để đưa lên website PHP và cơ sở dữ liệu MySQL:

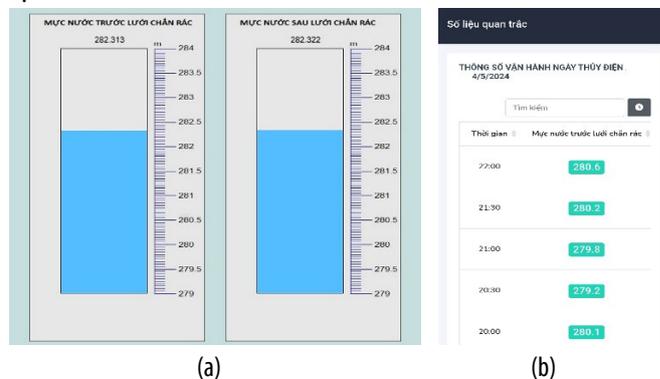
+ Sử dụng Python để gửi dữ liệu trích xuất lên Website PHP thông qua phương thức POST.

+ Tại phía server PHP, nhận dữ liệu được gửi từ Python thông qua phương thức POST.

+ Thêm dữ liệu này vào cơ sở dữ liệu MySQL.

- Xử lý dữ liệu phía Server PHP: Tại phía Server PHP sẽ lưu trữ dữ liệu vào cơ sở dữ liệu và hiển thị trên Website.

Hình 6a cho thấy giao diện mức nước từ màn hình máy tính tại chỗ của thủy điện nhỏ và Hình 6b là giao diện sau nhận diện và xử lý thời gian thực bằng AI trên thiết bị Smartphone để giám sát từ xa nguồn thủy điện nhỏ. Chương trình của thiết bị Smartphone được lập trình bằng các ngôn ngữ HTML và JavaScript. Các cửa sổ giao diện chương trình hiển thị thông tin về mức nước hồ chứa tại các thời điểm khác nhau.



Hình 6. (a) Giao diện từ màn hình máy tính điều khiển của thủy điện nhỏ, (b) Giao diện sau nhận diện bằng AI trên thiết bị Smartphone để giám sát từ xa nguồn thủy điện nhỏ

Thời gian	Mức nước trước lưới chắn rác	Mức nước sau lưới chắn rác	Lưu lượng nước đến	Lưu lượng nước đi	Thời gian cập nhật
07:30	282.2	281.3	0	0	2024-05-18 07:30:01
07:50	282.5	282.0	0	0	2024-05-18 07:00:01
08:30	283.4	282.5	0	0	2024-05-18 08:30:01
09:00	283.7	283.0	0	0	2024-05-18 09:00:01
09:30	283.8	283.8	0	0	2024-05-18 09:30:09
09:50	283.8	283.8	0	0	2024-05-18 09:00:10
04:30	283.8	283.8	0	0	2024-05-18 04:30:08

Hình 7. Giao diện sau nhận diện bằng AI trên website để giám sát từ xa nguồn thủy điện nhỏ tại trung tâm giám sát

	A	B	C	D	E	F
1	Thời gian	Mức nước trước lưới chắn rác	Mức nước sau lưới chắn rác	Lưu lượng nước đến	Lưu lượng nước đi	Thời gian cập nhật
2	21:30	281.9	281.5	0	0	5/2/2024 21:30
3	21:00	282.4	281.9	0	0	5/2/2024 21:00
4	20:30	281.7	281.4	0	0	5/2/2024 20:30
5	20:00	280.3	279.1	0	0	5/2/2024 20:00
6	19:30	282	280.8	0	0	5/2/2024 19:30
7	19:00	283.3	282.5	0	0	5/2/2024 19:00
8	18:30	283.9	283.2	21	21	5/2/2024 18:30
9	18:00	284.1	283.7	33	33	5/2/2024 18:00
10	17:00	283.8	283.8	0	0	5/2/2024 17:00
11	16:30	283.6	283.6	0	0	5/2/2024 16:30
12	16:00	283.5	283.5	0	0	5/2/2024 16:00
13	15:30	283.5	283.5	0	0	5/2/2024 15:30
14	15:00	283.4	283.4	0	0	5/2/2024 15:00
15	14:30	283.3	283.3	0	0	5/2/2024 14:30
16	14:00	283.2	283.2	0	0	5/2/2024 14:00
17	13:30	283.2	283.2	0	0	5/2/2024 13:30
18	13:00	283.1	283.1	0	0	5/2/2024 13:00
19	12:30	283	283	0	0	5/2/2024 12:30
20	12:00	282.9	282.9	0	0	5/2/2024 12:00
21	11:30	282.8	282.8	0	0	5/2/2024 11:30
22	11:00	282.7	282.7	0	0	5/2/2024 11:00

Hình 8. Xuất dữ liệu bằng định dạng Excel

Bên cạnh đó, hệ thống còn có thể giám sát từ xa bằng Website tại trung tâm giám sát như hình 7. Như đã trình bày, chương trình của Website được lập trình bằng các ngôn ngữ PHP và sử dụng hệ cơ sở dữ liệu của MySQL để quản lý dữ liệu hệ thống giám sát. Cửa sổ giao diện chương trình cũng hiển thị thông tin về mức nước hồ chứa trước và sau lưới chắn rác tại các thời điểm lấy thông số khác nhau. Trong giao diện này, các màu đỏ, vàng và xanh của thông số mức nước tương ứng lần lượt cho các mức nước tràn qua đập, sắp tràn qua đập và bình thường trong hồ chứa của thủy điện nhỏ.

Ngoài ra, để phục vụ cho báo cáo, chương trình giám sát bằng AI còn có thể xuất dữ liệu thông tin về mức nước hồ chứa tại các thời điểm khác nhau trong ngày thông qua định dạng Excel như hình 8.

#### 4. KẾT LUẬN

Với những nội dung như trên, tác giả đã nghiên cứu và xây dựng thành công ứng dụng nhận diện dữ liệu nhằm giám sát từ xa mức nước hồ của thủy điện nhỏ bằng AI đạt được những kết quả sau:

- Nghiên cứu đã thử nghiệm đối với nguồn phân tán là nguồn thủy điện nhỏ với thông tin về mức nước hồ chứa trước và sau lưới chắn rác.
- Ứng dụng được giám sát trong thời gian thực, thuật toán của AI đã ứng dụng các thư viện OpenCV của Python

và Tesseract OCR của Google để trích xuất dữ liệu ảnh từ màn hình máy tính điều khiển của thủy điện nhỏ.

- Ứng dụng có khả năng giám sát từ xa thông qua hai tùy chọn trên thiết bị Smartphone và trên Website cho người sử dụng và trung tâm giám sát với khoảng cách giám sát là không có giới hạn.

- Ngoài ra hệ thống có khả năng xuất dữ liệu báo cáo tại các thời điểm khác nhau thông qua định dạng Excel. Điều này sẽ tăng sự linh hoạt trong giám sát và vận hành hệ thống.

- Ứng dụng có giá thành phù hợp với khả năng đầu tư của các đơn vị nhỏ.

Bên cạnh những kết quả đã đạt được, hướng mở rộng tiếp theo của nghiên cứu có thể áp dụng cho các nguồn điện phân tán khác như nguồn điện mặt trời, nguồn điện gió để làm hoàn thiện và phong phú thêm cho mô hình phát điện phân tán.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Tran Bach, *Electric grid and electrical system*. Science and Technics Publishing House, Hanoi, 2006. (in Vietnamese)
- [2]. Bui Viet Ha, *Python algorithmic programming*. Vietnam National University Press, Hanoi, 2022. (in Vietnamese)
- [3]. Joel Murach, Ray Harris, *Advanced programming in PHP and MySQL*. Bach khoa Publishing House, Hanoi, 2016. (in Vietnamese)
- [4]. Phan Quoc Pho, Nguyen Duc Chien, *Sensor textbook*. Science and Technics Publishing House, Hanoi, 2006. (in Vietnamese)
- [5]. V.M.V.S Aditya, Ch.T.S. Tanishq, V. Chaitanya Badri Sai, Sateeshkrishna Dhuli, Fouzul Atik, "IoT Based Water Level Monitoring System for Dams," In *Proceedings of the 12th International Conference on Computing Communication and Networking Technologies (ICCCNT)*, Kharagpur, India, 2021.
- [6]. Roberto Hangan, Silviu Stefanescu, Antoniu Turcu, Aurel Botezan, "Study Regarding Implementation of a Monitoring and Control System for a Small Hydropower Plant," In *Proceedings of the International Conference and Exposition on Electrical And Power Engineering (EPE)*, Iasi, Romania, 2020.
- [7]. Yuechao Wu, Yanan Li, Bailin Li, Zhaohui Li, Nanxuan Zheng, Huajia Su, "An Intelligent Web-Based Workstation for Operation Analysis in Smart Power Plants," In *Proceedings of 3rd International Conference on Information Science and Control Engineering (ICISCE)*, Beijing, China, 2016.
- [8]. Cirrus Engineering & Services PVT. LTD, *CLT5-S Hydra-sub level transmitter*. New Delhi, India.

#### AUTHOR INFORMATION

**Tran Phuong Nam**

Faculty of Electrical and Electronics Engineering, Hue Industrial College, Vietnam